

SCEGLIERE IL MIGLIOR OTOPROTETTORE

Stefano Casini

INAIL, Direzione Regionale Sicilia - Consulenza Tecnica Accertamento Rischi e Prevenzione

Riassunto

La norma armonizzata UNI EN 458 (1995) *“Protettori auricolari - Raccomandazioni per la selezione, l’uso, la cura e la manutenzione. Documento guida”* definisce le linee guida per la scelta dei dispositivi di protezione individuale dell’udito; fornisce inoltre 4 metodi per calcolarne l’efficacia nella protezione.

Dopo aver analizzato i metodi di calcolo, viene posto l’accento sulla necessità di integrare le attuali relazioni fonometriche eseguite secondo i dettami del D. Lgs. 277/91 con misure di rumore ponderate secondo la curva di pesatura C o, se possibile, in banda d’ottava.

Si propone un metodo di calcolo, non presente nella UNI EN 458, che permette comunque di utilizzare le misure esistenti, eseguite con la curva di pesatura A.

Infine, viene presentata una procedura informatica che facilita la scelta del DPI ed il calcolo della protezione da essi fornita.

Abstract

European standard EN 458 (1995) *“Hearing protectors - Recommendations for selection, use, care and maintenance - Guidance document”* defines guidelines for selection of personal hearing protection devices; besides, it defines 4 methods to calculate effective protection.

After analyzing calculation methods, we underline the need of enhancing fonometric relations performed according to italian law D. Lgs. 277/91 with noise measurement C-weighted or, when possible, in octave band.

We propose a calculation method, not included in EN 458, that anyway use existing A-weighted measures.

Finally, we announce a software procedure to lead to a better hearing protectors selection and calculation of their effective protection.

Premessa

Con l'istituzione da parte dell'ISPESL del "Gruppo di lavoro per la predisposizione di procedure operative standardizzate per la valutazione del rischio da rumore e vibrazioni in ambiente di lavoro" si è avuto modo di partecipare attivamente alla redazione delle "Linee guida per la valutazione del rischio rumore negli ambienti di lavoro", linee guida che contengono una sezione dedicata alla scelta appropriata dei dispositivi di protezione individuale (DPI) dell'udito.

Si rammenta che l'intera materia dei DPI, di cui anche gli otoprotettori fanno parte, è stata regolamentata anche dal Titolo IV del D.Lgs.626/94 [1] e dal D.Lgs.475/92 [2], che stabilisce, tra l'altro, l'obbligo della marcatura CE dei dispositivi.

Riguardo gli otoprotettori esiste, nello specifico, la norma armonizzata UNI EN 458 [3], che definisce le linee guida per la scelta dei DPI dell'udito, e fornisce 4 metodi per calcolarne l'efficacia nella protezione; questi metodi, che la norma indica in ordine di preferenza per l'accuratezza che li contraddistingue, sono:

- il metodo per bande d'ottava;
- il metodo HML;
- il controllo HML;
- il metodo SNR.

Nella norma EN 458 è presente anche un metodo per il calcolare l'efficacia nella protezione del DPI nel caso di rumore impulsivo, ma quest'ultimo aspetto non viene trattato all'interno del presente lavoro.

Tutti i metodi permettono di calcolare, dato il livello di rumore ambientale, il livello effettivo pesato A (L'_{Aeq}) presente all'orecchio dopo aver correttamente indossato il DPI dell'udito; confrontando L'_{Aeq} con il massimo livello di esposizione personale quotidiana oltre il quale devono, ai sensi di legge, essere resi disponibili o indossati i DPI (livello d'azione L_{act}), si può stimare la protezione fornita dal DPI, secondo la seguente tabella:

Livello effettivo all'orecchio, L'_{Aeq} , in dB(A)	Stima della protezione
$L'_{Aeq} > L_{act}$	Insufficiente
$L_{act} - 5 < L'_{Aeq} \leq L_{act}$	Accettabile
$L_{act} - 10 < L'_{Aeq} \leq L_{act} - 5$	Buona
$L_{act} - 15 < L'_{Aeq} \leq L_{act} - 10$	Accettabile
$L'_{Aeq} \leq L_{act} - 15$	Troppo alta (iperprotezione)

Concordemente con quanto indicato nelle linee guida sopra citate, si ritiene che L_{act} debba corrispondere a **85 dB(A)** per il livello di esposizione quotidiana personale, ed a **140 dB** per il livello di picco.

Utilizzo pratico dei metodi di calcolo della protezione

Esaminando i singoli metodi si può evincere quanto, nella pratica, sia difficile utilizzarli per calcolare la protezione nel caso di rumore in ambiente di lavoro; infatti, l'attuale normativa italiana [4] richiede ai fini della propria applicazione la conoscenza del parametro $L_{ep,d}$ espresso secondo la curva di pesatura A, pertanto le misure di livello equivalente L_{eq} sono condotte utilizzando tale pesatura: e, non

essendo richiesta la composizione spettrale del rumore, ben pochi sono i tecnici che eseguono le misure in banda d'ottava.

Viceversa, per applicare i metodi della EN 458 sono richieste informazioni supplementari sul rumore, e precisamente:

<i>per utilizzare il ...</i>	<i>... è necessario conoscere</i>
metodo per bande d'ottava	il livello equivalente di pressione acustica del rumore per banda d'ottava $L_{oct,eq}$
metodo HML	il livello equivalente di pressione acustica del rumore pesato secondo la curva A (L_{Aeq}) e secondo la curva C (L_{Ceq})
controllo HML	il livello equivalente di pressione acustica del rumore pesato secondo la curva A (L_{Aeq}) e l'impressione prodotta dal suono per decidere la classe di rumore (utilizzando liste d'esempio di sorgenti di rumore)
metodo SNR	il livello equivalente di pressione acustica del rumore pesato secondo la curva C (L_{Ceq}) o, in alternativa, non pesato ($L_{Lin,eq}$)

Come si vede per la stragrande maggioranza dei casi, l'unico metodo applicabile con la sola conoscenza del L_{Aeq} sarebbe il controllo HML (sempre ammesso che si possa decidere la classe di rumore), ma questo metodo in alcuni casi non fornisce una risposta precisa, e rimanda per maggior sicurezza all'applicazione di uno degli altri 3 metodi!

Appare perciò importante sensibilizzare i datori di lavoro affinché facciano eseguire dal personale competente, soprattutto in ambienti particolarmente rumorosi, la misura del rumore anche secondo la curva di pesatura C o, meglio ancora, l'analisi spettrale del rumore in banda d'ottava (o terzi d'ottava); analogamente il personale competente dovrebbe proporre di integrare le valutazioni fonometriche ai sensi del D. Lgs. 277/91 coi valori pesati C del rumore o con l'analisi spettrale: quest'ultima analisi, inoltre, può tornare utile successivamente per studiare gli interventi di bonifica acustica delle macchine e degli ambienti.

Nel frattempo rimane aperto il problema del calcolo della protezione utilizzando le misure di rumore esistenti, ovvero quelle eseguite con la pesatura A.

Innanzitutto vediamo in cosa consiste la differenza tra le curve di pesatura A e C. La prima è stata implementata per meglio avvicinare le misure strumentali al comportamento dell'orecchio umano la cui sensibilità, per livelli di pressione sonora non molto elevati (fino ai 70 - 80 dB), è molto bassa alle frequenze inferiori ai 100 Hz e superiori ai 5 kHz; per elevati livelli di pressione sonora, superiori ai 100 dB, la sensibilità dell'orecchio migliora alle estremità della gamma udibile, per cui fu delineata la curva C, con attenuazioni minori rispetto alla curva A.

Nella tabella seguente si può osservare la differenza tra le due curve:

f (Hz)	125	250	500	1k	2k	4k	8k
--------	-----	-----	-----	----	----	----	----

A_f(dB)	- 16,1	- 8,6	- 3,2	0	1,2	1	- 1,1
C_f(dB)	- 0,2	0,0	0	0	- 0,2	- 0,8	- 3,0

Pur non essendo esplicitato dalla norma EN 458, si ritiene che per il calcolo della protezione dei DPI uditivi in alternativa al livello equivalente pesato C possa essere eccezionalmente utilizzato il valore del livello equivalente non pesato, espresso in dBLin, in quanto la differenza tra i valori non è, per le frequenze d'interesse, particolarmente significativa; questa sostituzione, che comporta una protezione finale superiore, può ritenersi accettabile salvo condurre, in alcune situazioni, ad una iperprotezione.

Una soluzione per il presente

Oltre ai metodi prescritti dalla **EN 458** si vuole presentare in questa sede il metodo “**SNR corretto**” desunto da uno standard OSHA [5], che permette di calcolare la protezione fornita dall'otoprotettore conoscendo solo i livelli equivalenti di rumore pesati secondo la curva A (L_{Aeq}), risolvendo almeno temporaneamente il problema dell'assenza di misure di rumore eseguite ad hoc per la EN 458.

Per il livello di approssimazione che lo contraddistingue si ritiene che l'applicazione di questo metodo debba essere considerata solo come ultima ratio, vale a dire **da superare** provvedendo, alla prima ripetizione della valutazione del rischio, a misurare anche i livelli di rumore pesati secondo la curva C o in banda d'ottava.

Utilizzando il metodo “**SNR corretto**”, si ricava L'_{Aeq} con la seguente, banale formula:

$$L'_{Aeq} = L_{Aeq} - (SNR - 7)$$

confrontandolo poi con il livello di azione L_{act} per valutare l'idoneità dell'otoprotettore.

L'approssimazione introdotta dal metodo “SNR corretto” di diminuire di 7 dB il valore di SNR mette in “sicurezza” il calcolo, nel senso di fornire una protezione reale maggiore di quella calcolata, quanto più lo spettro di frequenza del rumore è spostato verso le alte frequenze, visto che la pesatura C differisce in maniera significativa dalla A solo per le frequenze inferiori a 500 Hz; l'utilizzo di questo metodo è pertanto sconsigliato nel caso di rumori con elevate componenti spettrali in bassa frequenza, quali ad esempio:

- escavatori e macchine movimento terra;
- gruppi compressori a pistone;
- altoforni, forni di fusione elettrici e cubilotti;
- forni a combustione;
- macchine per pressofusione;
- frantumatori meccanici.

Software di supporto

In corrispondenza alla redazione delle Linee guida citate in premessa, lo scrivente ha realizzato un software chiamato **DiPIU** (Dispositivi di Protezione Individuale

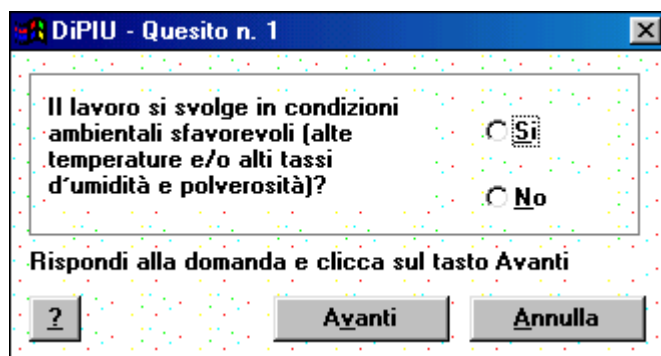
dell'Udito) che facilita la scelta del tipo di DPI ed il calcolo della protezione fornita rispetto al rumore.

Il software è sviluppato per l'ambiente Windows 3.1 e successivi (Windows 95, 98, 2000, NT) e non richiede particolari risorse (spazio su hard disk, memoria RAM, scheda video ecc.) al PC, così da poter essere utilizzato anche su macchine della serie 386 - 486.

Il software è disponibile gratuitamente attraverso Internet sui siti dell'INAIL [7], dell'ISPESL [8] e sul sito dell'autore [9], agli indirizzi indicati in bibliografia.

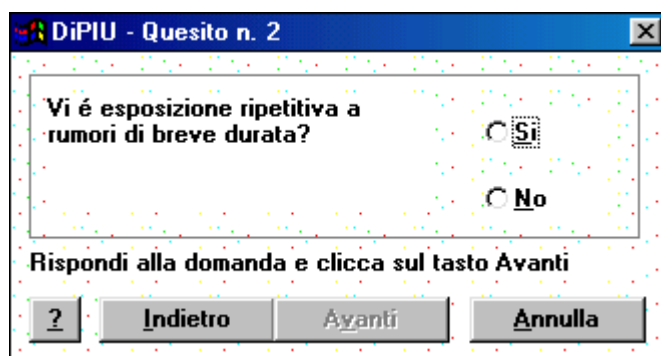
L'interfaccia del software è organizzata attraverso una serie di finestre che guidano in successione l'utente nelle singole fasi di scelta del DPI e di inserimento dei dati sul rumore e sulla attenuazione fornita dal dispositivo, fino ad arrivare, attraverso uno dei metodi di calcolo proposti dalla EN 458, alla determinazione dell'efficacia della protezione; viene distribuito insieme al software un database con archiviati i valori di attenuazione di alcuni dei più noti DPI dell'udito in commercio; questo tipo di interfaccia, chiamata in gergo "wizard", facilita l'utilizzo del software anche ai non esperti nell'uso del computer.

Vediamo di seguito un'applicazione pratica; la prima finestra del wizard pone un quesito:



(figura 1)

dopo aver risposto compare un'altro quesito:



(figura 2)

in base alle risposte date ai quesiti precedenti la finestra successiva metterà dei segni di spunta vicino ai tipi di otoprotettori più idonei:

DiPIU - Tipologie di DPI idonei

Scegli l'otoprotettore tra quelli appartenenti alle tipologie selezionate col segno di spunta:

- ☒ Cuffie
- ☐ Cuffie con cuscinetti ricoperti o imbottiti
- ☒ Inserti con archetto
- ☒ Inserti monouso

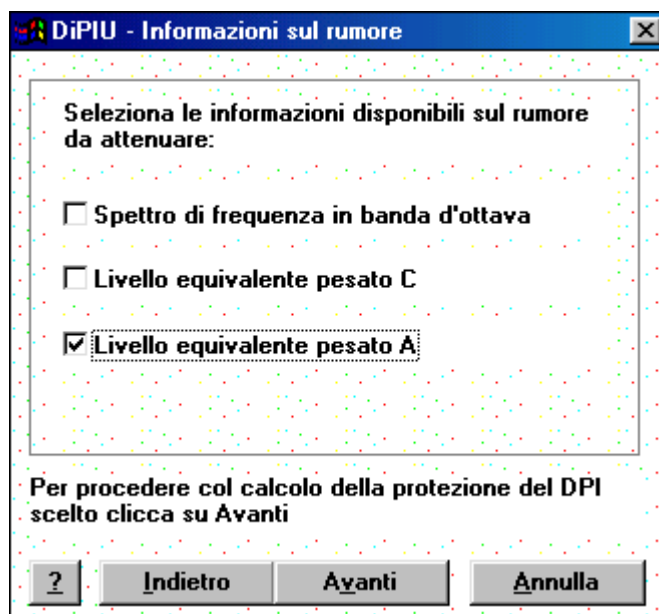
☐ Utilizza l'archivio degli otoprotettori

Se vuoi calcolare la protezione del DPI scelto clicca su Avanti, altrimenti clicca su Annulla

? Indietro Avanti Annulla

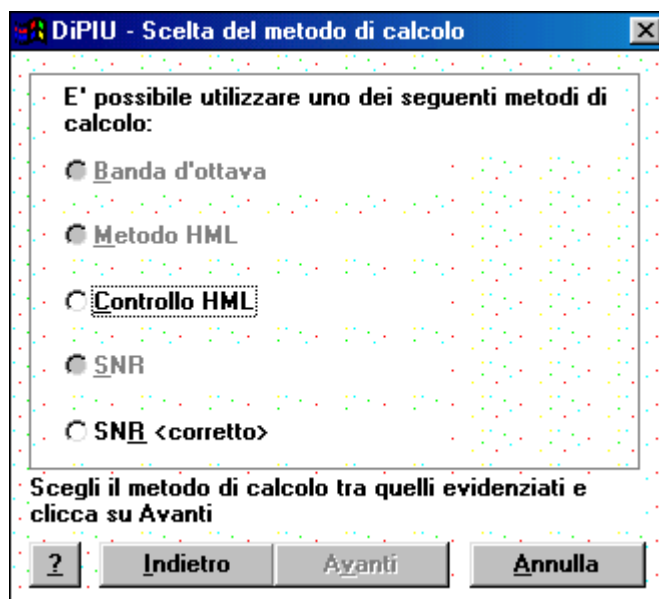
(figura 3)

viene poi chiesto all'utente quali tipi di informazioni sul rumore sono disponibili:



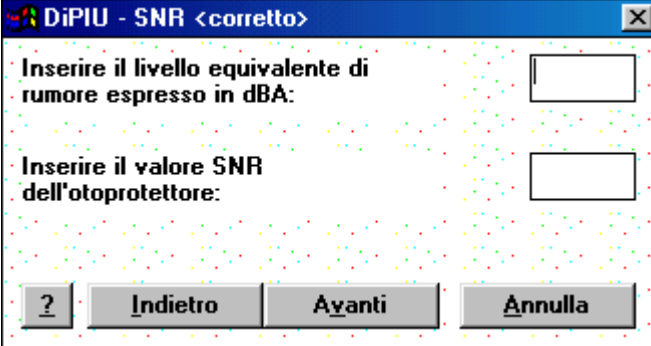
(figura 4)

ed in base alle informazioni sul rumore si prospettano i metodi di calcolo applicabili:



(figura 5)

da notare che il software permette di utilizzare oltre ai metodi della EN 458 anche il metodo “SNR corretto” in precedenza descritto. Scelto il metodo, viene chiesto di inserire i dati sul rumore e sul DPI:



DiPIU - SNR <corretto>

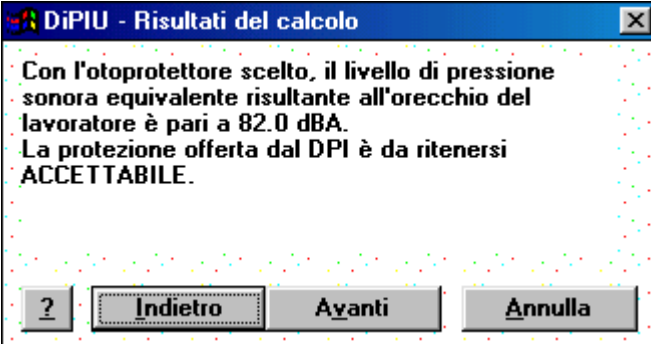
Inserire il livello equivalente di rumore espresso in dBA:

Inserire il valore SNR dell'otoprotettore:

? Indietro Avanti Annulla

(figura 6)

infine, eseguito il calcolo, viene data la risposta sull'efficacia della protezione fornita dal DPI:



DiPIU - Risultati del calcolo

Con l'otoprotettore scelto, il livello di pressione sonora equivalente risultante all'orecchio del lavoratore è pari a 82.0 dBA.
La protezione offerta dal DPI è da ritenersi **ACCETTABILE**.

? Indietro Avanti Annulla

(figura 7)

Volendo, è possibile utilizzare l'archivio degli otoprotettori, richiamandolo dalla terza finestra del wizard, ed è possibile aggiungere, eliminare o modificare i record dell'archivio:

DiPIU - Selezione del DPI dall'archivio

Scegli un otoprotettore dalla lista

Aggiungi
Modifica
Elimina

Spettro in banda d'ottava dell'attenuazione (in dBLin)

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	8 kHz	4 kHz

Attenuazione in forma HML

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
H	M	L

Attenuazione SNR

<input type="text"/>
SNR

Nome del DPI (max 64 caratteri)

? Indietro Avanti Annulla

(figura 8)

Altre considerazioni da fare per la scelta

La scelta del DPI uditivo migliore non è legata solo al calcolo della protezione fornita: aspetti altrettanto importanti vanno presi in considerazione per l'ottimale selezione.

Innanzitutto va tenuto conto dell'ambiente di lavoro e dell'attività lavorativa svolta da colui che dovrà indossare il DPI, nonché della "predisposizione" o del "rifiuto", per motivi psicologici o di comfort, che l'utilizzatore può avere verso una specifica tipologia di DPI; a questo possono aggiungersi problemi per la compatibilità dell'otoprotettore con altri dispositivi di protezione della testa (elmetti, occhiali), e la presenza di disturbi sanitari (otite, ipoacusia) all'apparato uditivo, cosa che richiede la consultazione di un medico prima di scegliere la tipologia del DPI.

E' comunque opportuno consultare il lavoratore o il rappresentante dei lavoratori per la scelta degli otoprotettori.

Va tenuto conto che, se si scelgono DPI riutilizzabili, questi devono essere soggetti a pulizia e manutenzione periodica, pena la perdita di efficacia nel tempo; devono essere conservati nei luoghi e nei modi appropriati; e comunque questi DPI sono soggetti a deterioramento, pertanto ne va prevista la sostituzione ad intervalli regolari.

Per quanto possibile, i DPI riutilizzabili vanno assegnati ad personam.

Riguardo i DPI monouso, è opportuno che questi non vengano riutilizzati, in special modo da persone diverse; allo scopo, è necessario che siano disponibili in posizioni facilmente accessibili all'interno dell'ambiente di lavoro delle scorte adeguate di protettori.

Infine, acquisire informazioni quanto più dettagliate sul rumore da attenuare, quale il suo spettro di frequenza, permette di scegliere dai cataloghi il protettore il cui spettro di attenuazione più si avvicina a quello da attenuare, realizzando così la protezione per le frequenze in cui serve, senza penalizzare troppo le altre frequenze, togliendo così il senso di isolamento dato dall'iperprotezione.

Informazione sul corretto uso

Una volta scelto il miglior protettore è necessario informare il lavoratore sul suo corretto uso: in particolare sulle modalità di indossamento, su quali siano gli ambienti e l'arco temporale per il quale va indossato, e sulla cura e manutenzione.

Non ci si vuole dilungare in questa sede, ma è necessario ricordare che la protezione effettiva offerta da un otoprotettore si dimezza se non viene indossato per solo il 10% del tempo di esposizione al rumore; e si avvicina allo zero se lo stesso non viene indossato per il 50% del tempo.

Inoltre, i valori di attenuazione dichiarati dal fabbricante vengono ricavati da prove di laboratorio [6] eseguite con soggetti esperti ed allenati; un indossamento scorretto del protettore da parte dell'utilizzatore può portare a dimezzare l'attenuazione fornita dal DPI: da questo punto di vista le cuffie sono molto meno critiche rispetto agli inserti.

Se poi non si cura l'utilizzo del DPI, magari facendolo entrare in contatto con oli, polveri, o altre sostanze irritanti, si corre il rischio di salvarsi dall'ipoacusia, ma di prendersi qualche altra malattia dell'orecchio.

Bibliografia

- [1] Decreto Legislativo del 19/09/1994, n. 626 *“Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro”* e successivi aggiornamenti e integrazioni;
- [2] Decreto Legislativo 4 dicembre 1992, n. 475 *“Attuazione della direttiva 89/686/CEE del Consiglio del 21 dicembre 1989 in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relativa ai dispositivi di protezione individuale”*;
- [3] Norma EN 458 (1993) *“Protettori auricolari - Raccomandazioni per la selezione, l’uso, la cura e la manutenzione. Documento guida”*, tradotta in Italia con la UNI EN 458 (1995);
- [4] Decreto Legislativo del 15/08/1991, n.277 *“Attuazione delle direttive n. 80/1107/CEE, n.82/605/CEE, n. 83/477/CEE, n. 86/188/CEE e n. 88/642/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro, a norma dell’art.7 della legge 30/07/1990, n. 212”* e successivi aggiornamenti e integrazioni;
- [5] Raccomandazione OSHA (Occupational Safety & Health Administration) n. 1910.95 App. B - *“Methods for estimating the adequacy of hearing protector attenuation”*;
- [6] Norma UNI EN 24869/1 (1993) *“Acustica - Protettori auricolari - Metodo soggettivo per la misurazione dell’attenuazione sonora (ISO 4869-1: 1990)”*;
- [7] <http://www.inail.it>
- [8] <http://www.ispesl.it>
- [9] <http://space.tin.it/scienza/stcasini/download/software.html>